

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02140706
PUBLICATION DATE : 30-05-90

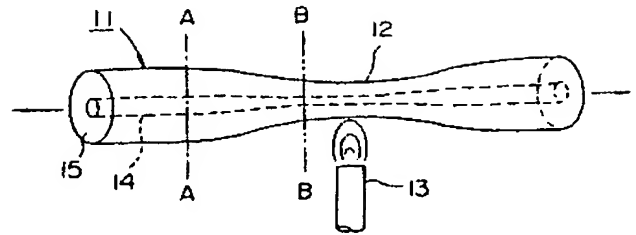
APPLICATION DATE : 21-11-88
APPLICATION NUMBER : 63294177

APPLICANT : FUJIKURA LTD;

INVENTOR : SUZUKI FUMIO;

INT.CL. : G02B 6/00 G02B 6/10

TITLE : OPTICAL FIBER TYPE WAVELENGTH
FILTER



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain the optical fiber type wavelength filter of a long wavelength prohibition type which can be easily produced, is low in cost and has high performance by partly heating and stretching a part of the optical fiber to form a stretched part which prohibits the propagation of light on the wavelength side longer than a prescribed wavelength.

CONSTITUTION: The stretched part 12 formed by heating and stretching a part of the optical fiber to reduce the optical fiber diameter. This stretched part 12 is formed by heating the optical fiber with an oxyhydrogen burner 13 and stretching the optical fiber in the direction shown by an arrow. The core diameter of the stretched part 12 is so adjusted that only the long wavelength light of both the long wavelength light and the short wavelength light leaks out of the core 14. The filter 11 is thereby made into the filter of the long wavelength prohibition type which can separate away the long wavelength light in the stretched part 12. The production is facilitated in this way and the optical fiber type wavelength filter of the low cost and the high performance is obtd.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-140706

⑪ Int. Cl.⁵

G 02 B 6/00
6/10

識別記号

3 0 6
C

庁内整理番号

7370-2H
7036-2H

⑬ 公開 平成2年(1990)5月30日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全8頁)

⑭ 発明の名称 光ファイバ形波長フィルタ

⑮ 特 願 昭63-294177

⑯ 出 願 昭63(1988)11月21日

⑰ 発 明 者	山 内 良 三	千葉県佐倉市六崎1440番地	藤倉電線株式会社佐倉工場内
⑰ 発 明 者	川 上 登	千葉県佐倉市六崎1440番地	藤倉電線株式会社佐倉工場内
⑰ 発 明 者	鈴 木 文 生	千葉県佐倉市六崎1440番地	藤倉電線株式会社佐倉工場内
⑱ 出 願 人	藤倉電線株式会社	東京都江東区木場1丁目5番1号	
⑲ 代 理 人	弁理士 志賀 正武	外2名	

明 細 書

1. 発明の名称

光ファイバ形波長フィルタ

2. 特許請求の範囲

(1) 光ファイバの一部を加熱延伸せしめ、所定波長よりも長波長側の光の伝搬を阻止する延伸部を形成してなる光ファイバ形波長フィルタ。

(2) 上記延伸部に曲げを付与して曲げ部を形成してなる請求項1記載の光ファイバ形波長フィルタ。

(3) 同心形の構造を有し、中心領域とその外周領域の中間に、該中心領域と外周領域の各々の屈折率よりも低い屈折率を有する中間層を介在させてなる光ファイバに、請求項1記載の延伸部あるいは請求項2記載の曲げ部を形成してなる光ファイバ形波長フィルタ。

3. 発明の詳細な説明

「産業上の利用分野」

この発明は、光ファイバ伝送路などに使用され

る波長フィルタに係わり、特に長波長阻止光ファイバ形波長フィルタに関するものである。

「従来の技術」

第15図は、従来の波長フィルタを用いた光ファイバ伝送路の例を示す図であって、図中符号1は光ファイバ線路、2は光ファイバカブラ、3はレーザダイオード(以下、LDという)、4はフォトダイオード(以下、PDという)である。

この図において、光ファイバ線路1には、2つのLD 3 a, 3 bから入射され、光ファイバカブラ2 aで合波された波長の異なる2つの光 λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 > \lambda_2$ とする)が伝搬している。そして、光ファイバ線路1を通った光は、光ファイバカブラ2 bで λ_1 と λ_2 の2つの波長の光に分波され、 λ_1 が一方のPD 4 aに、 λ_2 が他方のPD 4 bに各々受けられるようになっている。

このように構成された光ファイバ伝送路において、各光ファイバカブラ2 a, 2 bは、波長の異なる2つの光 λ_1 、 λ_2 の分波や合波を行うために使用されているが、光ファイバカブラの各波長光の

分離度(アイソレーション)は、一般に -20 dB 程度であり、また場合によっては -3 dB 程度である。このため各々のPD 4 a, 4 bに不要な波長の光を受光させないためには、各PD 4 a, 4 bの前にフィルタ5 a, 5 bを挿入する必要がある。そして、不必要な波長の光をカットするためのフィルタ5 a, 5 bとしては、従来より干渉フィルタが使用されていた。

「 発明が解決しようとする課題 」

しかしながら、従来の干渉フィルタは、数十層にもわたる誘電体多層膜から構成されているため非常に高価であり、その作製も容易でなかった。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、容易に作製ができ、低価格であってしかも高性能な長波長阻止形の光ファイバ形波長フィルタを提供することを目的としている。

「 課題を解決するための手段 」

上記目的達成の手段として、請求項1に記載した発明では、光ファイバの一部を加熱延伸せしめ、所定波長よりも長波長側の光の伝搬を阻止する延

伸部を形成してなる光ファイバ形波長フィルタである。

また、請求項2記載の発明による光ファイバ形波長フィルタは、上記延伸部に曲がりを与えて曲げ部を形成してなるものである。

また、上記光ファイバとしては、同心形の構造を有し、中心領域とその外周領域の中間に、該中心領域と外周領域の各々の屈折率よりも低い屈折率を有する中間層を介在させてなるものが好適である。

「 作用 」

光ファイバの一部にを加熱延伸せしめ、延伸部を形成したことにより、この光ファイバ中のモードフィールドの広がり、ファイバが単一モードファイバの場合、細い延伸部で急激に広がり、特に光ファイバ内を伝搬する波長が長いモードフィールドが広がって延伸部から外部に漏れ出す量が多くなり、この結果、長波長光の損失が増大する。

この延伸部における長波長光の漏れは、上記延伸部に適宜な曲げを付与しておくことにより、一

層顕著となる。

また、光ファイバとして、同心形の構造を有し、中心領域とその外周領域の中間に、該中心領域と外周領域の各々の屈折率よりも低い屈折率を有する中間層を介在させてなるものを使用した場合には、延伸部において短波長光は中心領域を伝搬し、長波長光は中間層から外周領域を通過して外部に漏れ出すので、短波長光と長波長光の分離度を向上させることができる。

「 実施例 」

第1図は、請求項1記載の発明の一実施例を示す図であって、図中符号11は光ファイバ形波長フィルタ(以下、フィルタという)である。このフィルタ11は、光ファイバの一部に、光ファイバを加熱延伸してファイバ径を細めた延伸部12を形成して構成されている。

この延伸部12の形成方法は、第1図に示すように、光ファイバを酸水素バーナ13で加熱し、図中矢印で示す方向に延伸して作成される。この光ファイバとしては、通常光通信用の石英系シ

ングルモードファイバなどが好適に使用される。また、延伸部12の延伸度合は、使用する光ファイバのコア径やクラッド径、コア-クラッド間の屈折率差などによって適宜調整される。

上記構成のフィルタ11は、一方の端部から波長の異なる2つの波長(長波長光と短波長光)の合波光を入射すると、ファイバ径の細い延伸部12において、上記合波光のうち長波長光を分離除去し、短波長光のみを透過させる長波長阻止形のフィルタとして作用する。

上記構成のフィルタ11が、長波長阻止形のフィルタとして作用する原理を説明すると、光ファイバの一部を加熱して延伸すると、ファイバ径の縮径に伴ってコア径も縮径される。このコア径の縮径により延伸部12のモードフィールド径は急激に広がる。第2図および第3図は、フィルタ11の延伸部12と縮径されていない光ファイバ部分とのモードフィールド分布を示す図であって、縮径されていない光ファイバ部分では、第2図に示すようにモードフィールド分布がコア14に集中し

ているが、延伸を施した延伸部12では、第3図に示すようにモードフィールド分布が、クラッド15およびその外方に大きく広がっている。また、第4図は、石英系光ファイバのコア径とモードフィールド径との関係を示す図であって、コア径を徐々に縮径していく場合、コア径4~6 μm 以下から急激にモードフィールド径が大きくなっている。

さらに、コア径の縮径によるモードフィールドの広がり、短波長光よりも長波長光において特に顕著となる。したがって、延伸部12のコア径を、長波長光と短波長光の両方の光のうち長波長光のみをコア14外に漏れ出させるように調整することにより、上記構成のフィルタ11は、延伸部12において長波長光を分離除去することのできる長波長阻止形のフィルタとなる。

上述のように、この例によるフィルタ11は、光ファイバの一部に延伸部12を形成した簡単な構成なので、従来の干渉フィルタに比べ、製作を容易化することができるとともに、大幅な低価格化を図ることができる。また、このフィルタ11

の光に対する損失は0.3dBであり、波長フィルタとして十分な実用性を有していることが確認された。

次に、請求項2記載の発明の一実施例を説明する。

第5図は、請求項2記載の発明の一実施例を示す図であって、符号16はフィルタである。このフィルタ16は、先の例によるフィルタ11における延伸部12に適度な曲げを付与して曲げ部17を形成した構成になっている。

この曲げ部17では、光ファイバ内を伝搬する光のコア外への漏出量が増加し、特にコア径を細めた場合と同様に、短波長光よりも長波長光のコア外への漏出量が増加することにより、曲げ部17の曲率を適宜に設定することにより、長波長光の分離度を、第1図に示す構成のフィルタ11よりも向上させることができる。また、曲げ部17の曲率を適宜に調整することにより、入射された長波長光と短波長光の分離度を調整することができる。

は、光ファイバの一部に延伸部12を形成した簡単な構成なので、分離度の経時変化を少なくすることができる。

また、このフィルタ11の両端部は、通常の光ファイバなので、光ファイバ伝送路中にファイバ素子として容易に導入することができ、接続の際の損失を少なくすることができる。

(製造例1)

第1図に示すフィルタと同等構成のフィルタを作成した。

コア径10 μm 、クラッド外径125 μm 、コア-クラッド間の比屈折率差0.3%の石英系シングルモードファイバの一部を、第1図に示すように酸水素パーナを用いて加熱延伸して延伸部を形成した。この延伸部は、最少外径60 μm 、コア径5 μm 、比屈折率差0.3%であった。このフィルタの一方から波長1.3 μm と1.55 μm の光を入射して、波長1.55 μm の光(長波長光)のアイソレーションを測定した結果、長波長光のアイソレーションは約15dBであった。また波長1.3 μm

(製造例2)

第5図に示すフィルタと同等構成のフィルタを作成した。

コア径10 μm 、クラッド外径125 μm 、コア-クラッド間の比屈折率差0.3%の石英系シングルモードファイバの一部を加熱延伸して延伸部を形成した。この延伸部は、最少外径60 μm 、コア径5 μm 、比屈折率差0.3%であった。次いで延伸部を形成したファイバを、円弧状の溝が形成された固定体の溝内に埋設固定し、延伸部を半径20mmで曲げてフィルタとした。

このフィルタの一方から波長1.3 μm と1.55 μm の光を入射して、波長1.55 μm の光(長波長光)のアイソレーションを測定した結果、長波長光のアイソレーションは約30dBであった。また波長1.3 μm の光に対する損失は0.2dBであり、波長フィルタとして十分な実用性を有していることが確認された。

次に、請求項3記載の発明の一実施例を説明する。

第6図は、請求項3記載の発明の一実施例を説明するための図であって、この例では、フィルタの構成要素となる光ファイバとして、同心形の構造を有し、中心領域18とその外周領域19の間に、該中心領域18と外周領域19の各々の屈折率よりも低い屈折率を有する中間層20を介在させてなるものを用い、この光ファイバの一部を加熱延伸して、第1図に示すものと同様の延伸部12あるいは第5図に示すように延伸部に曲げを加えて曲げ部17を形成してフィルタ(図示略)を構成するようになっている。なお、第6図は、中心領域18と中間層20と外周領域19を備えてなる光ファイバの径方向の屈折率分布を示すものである。

石英系ファイバにおいて、中心領域18と外周領域19と中間層20の各々の屈折率分布を、第6図のように調整してファイバを構成するには、屈折率の高い中心領域18と外周領域19の材料として、 GeO_2 添加 SiO_2 を用い、屈折率の低い中間層20として SiO_2 を用いるか、あるいは中

心領域18と外周領域19に SiO_2 を用い、中間層20としてF(フッ素)添加 SiO_2 を用いるなど各材料を組み合わせることによって作製することができる。

このように構成された光ファイバにおいては、主として中心領域18に光パワーが集中しているが、その一部にファイバ径を細くした延伸部を形成し、あるいは延伸部に曲げを加えて曲げ部を形成することにより、光パワーの分布は中心領域18から中間層20側に広がるが、上述したようにモードフィールドの広がり、短波長光よりも長波長光で顕著であるので、例えば該フィルタの一方から短波長光と長波長光の両方を入射する場合に、延伸部における中心領域の径(コア径)を、長波長光のみが中心領域18の外に漏出するような径に設定しておくことにより、延伸部あるいは曲げ部で長波長光を中間層20側に分離することができる。中心領域18から中間層20側に漏出した光は、中間層20と外周領域19の境界に達し、中間層20の屈折率が外周領域19の屈折率よりも

低いことから外周領域19側に透過される。

また、外周領域19に入った光は、中間層20の屈折率が低いことから、再び中間層20および中心領域19内に戻ることがない。

この例によるフィルタは、屈折率の高い中心領域18と外周領域19の間に、低屈折率の中間層20を介在させてなる光ファイバを用いて、第1図または第5図に示すものと同等構成のフィルタを構成したことにより、該フィルタの延伸部あるいは曲げ部での長波長光と短波長光の分離度を向上させることができるとともに、中心領域18から漏出した長波長光の再入射を防止することができる。

なお、請求項3記載の発明において好適に使用される光ファイバとしては、第6図に示す構成のものに限定されることなく、中心領域18と外周領域19の間に、低屈折率の中間層20を介在して構成されたものであればよく、例えば第7図ないし第10図に示す各光ファイバであっても好適に使用することができる。

第7図は、中心領域18の屈折率を外周領域19の屈折率よりも高くした光ファイバの例を示すものである。また第8図は、中心領域18と中間層20の間に、屈折率が中心領域18と中間層20の間である第2の中間層21を設けてなる光ファイバの例を示すものである。また第9図は、中心領域18の屈折率分布を、中心から外方(中間層側)に向けて漸次低下する(グレーテッド型)ように構成してなる光ファイバの例を示すものである。また第10図は、中心領域18の屈折率を外周領域19の屈折率よりも高く設定した光ファイバの例を示すものである。

(製造例3)

GeO_2 添加 SiO_2 からなる中心領域と、 SiO_2 からなる中間層と、 GeO_2 添加 SiO_2 からなる外周領域とからなり、中心領域径が $10\mu\text{m}$ 、中間層外径が $70\mu\text{m}$ 、外周領域外径が $125\mu\text{m}$ 、屈折率分布が第6図に示すように構成され、中心領域と中間層との比屈折率差0.3%の光ファイバを作製した。この光ファイバの損失波長特性を測定した。

結果を第11図に示す。

次いで、該光ファイバの一部を加熱延伸して最少外径が $85\mu\text{m}$ の延伸部を形成し、更に延伸部を 50mm 径で曲げてフィルタを作製した。

得られたフィルタの波長特性(フィルタ特性)を測定した。この結果を第12図に示す。

この結果、波長 $1.3\mu\text{m}$ と $1.55\mu\text{m}$ の光を入射して、波長 $1.55\mu\text{m}$ の光(長波長光)のアイソレーションを測定した場合の長波長光のアイソレーションは約 35dB となった。また波長 $1.3\mu\text{m}$ の光に対する損失は 0.2dB であり、波長フィルタとして十分な実用性を有していることが確認された。

なお、上述の各フィルタにおける延伸部12および曲げ部17の表面には、高屈折率の透明樹脂を被覆することが好ましい。第13図は、延伸部12の表面に透明樹脂を被覆してフィルタを構成した例を示す図であって、符号22はフィルタである。このフィルタ22は、第1図に示すフィルタ11と同様に光ファイバの一部に形成された延

伸部12に曲げを付与する際に溶融状態の透明樹脂23を被覆することにより、固化した透明樹脂23で曲げ部17を固定するように行うことができる効果が得られる。

また、このフィルタ22作製の光ファイバとしては、請求項3記載の発明において用いられる中心領域18と外周領域19の間に低屈折率の中間層20を介在させてなる光ファイバを用いても良い。

(製造例4)

コア径 $10\mu\text{m}$ 、クラッド外径 $125\mu\text{m}$ 、コア-クラッド間の比屈折率差 0.3% の石英系シングルモードファイバの一部を加熱延伸して延伸部を形成した。この延伸部は、最少外径 $60\mu\text{m}$ 、コア径 $5\mu\text{m}$ 、比屈折率差 0.3% であった。次いでこのファイバを液状の紫外線硬化型エポキシアクリレート樹脂中に浸漬し引き上げた後、紫外線を照射することにより延伸部を該樹脂で被覆してフィルタとした。

このフィルタの一方から波長 $1.3\mu\text{m}$ と 1.5

伸部12上に、光ファイバのいずれの部位よりも高い屈折率を有する透明樹脂23を被覆した構成になっている。この透明樹脂の材料としては、ウレタン、エポキシ、メチルフェニルシリコン、アクリルなどが好適に使用される。

このように構成されたフィルタ22では、延伸部12上に屈折率の高い透明樹脂23を被覆したことにより、延伸部12において、縮径されたコアから漏出した長波長光がクラッドを透過して透明樹脂23に入り、長波長光を分離することができ、長波長光と短波長光の分離度が良好に得られるとともに、特に、延伸部12を透明樹脂23で被覆して、光ファイバ部分と同じ太きとすることによって、クラッドの外側に厚い高屈折率の層を形成することができるので、コアから漏出した長波長光の再入射防止効果を向上させることができる。また、この例では、延伸部12の表面に透明樹脂23を被覆してフィルタを構成したが、第5図に示すフィルタ16における曲げ部17上に透明樹脂23を被覆してフィルタを構成しても良い。

$5\mu\text{m}$ の光を入射して、波長 $1.55\mu\text{m}$ の光(長波長光)のアイソレーションを測定した結果、長波長光のアイソレーションは約 37dB であった。また波長 $1.3\mu\text{m}$ の光に対する損失は 0.3dB であり、波長フィルタとして十分な実用性を有していることが確認された。

次に、上述の各フィルタを用いた光ファイバ伝送路の例を説明する。第14図は本発明によるフィルタを用いた光ファイバ伝送路の一例を示す図であって、この例による光ファイバ伝送路は、第15図に示す従来の光ファイバ伝送路における光ファイバカプラ2bによって分波された光のうち短波長光を一方のPD4aに伝送する間に設けられた干渉フィルタ5aの代わりに、第1図に示すフィルタ11を設けて構成されている。

このように構成された光伝送路において、光ファイバ線路1に波長 $1.3\mu\text{m}$ の光(λ_1 とする)と波長 $1.55\mu\text{m}$ の光(λ_2 とする)の合波を入射すると、光ファイバ線路1内を伝搬した λ_1 、 λ_2 の各々の光は、合波光分波用の光ファイバカプラ2b

で λ_1 と λ_2 に分波され、 λ_1 の光はフィルタ11に入る。フィルタ11では、入射された λ_1 の光の中に、 λ_2 の光が含まれる場合に、この λ_2 の光を分離除去して、波長 $1.3\mu\text{m}$ の光のみを一方のPD4aに受光させることができるようになっている。

このフィルタ11は、両端部が通常の光ファイバ部分となっているために、上記光ファイバケーブル2bの λ_1 分波光の出射端の光ファイバに直接接続することができるとともに、フィルタ11の出射側端部を直接あるいは伝送用ファイバを介して一方のPD4aに接続することが可能となり、各接続箇所での接続損失を、干渉フィルタ5aを使用する場合に比べ低くすることができる。

なお、この例による光ファイバ伝送路において長波長阻止の目的で使用するフィルタは、第1図に示すものに限定されることなく、第5図に示す構成のフィルタ16、第6図ないし第10図に示す光ファイバを用いて構成されたフィルタ、第13図に示すフィルタ22を用いても良い。

請求項1記載の発明による光ファイバ形波長フィルタは、光ファイバの一部を加熱延伸せしめ、特定波長よりも長波長側の光を阻止する延伸部を形成した簡単な構成なので、従来の干渉フィルタに比べ、製作を容易化することができるとともに、フィルタの大幅な低価格化を図ることができる。また、このフィルタは従来の干渉フィルタに比べ、分離度の経時変化が少なく、フィルタの経時安定性を向上させることができる。更に、このフィルタの両端部は光ファイバ部分なので、光ファイバ伝送路中にファイバ素子として容易に導入することができ、接続の際の損失を少なくすることができる。

また、上記延伸部に所定の曲率の曲げを付与することにより、長波長光と短波長光の分離度を向上させることができる。

また、フィルタを構成する光ファイバとして、中心領域と外周領域の間に低屈折率の中間層を備えてなるものを用いることにより、長波長光と短波長光との分離度を更に向上させることができる。

(製造例5)

第14図に示すものと同等構成の光ファイバ伝送路を作製した。

2つのLDから各々波長 $1.3\mu\text{m}$ と波長 $1.55\mu\text{m}$ の光を第1の光ファイバケーブルに各々入射し、この第1の光ファイバケーブルで合波した光を、 1km 長の石英系シングルモードファイバ(光ファイバ線路)内に入射させ、このファイバの出射端に第2の光ファイバケーブルを接続し、この第2の光ファイバケーブルの波長 $1.3\mu\text{m}$ の光の出射端に、製造例1において作製したフィルタを接続した。

第2の光ファイバケーブルの波長 $1.3\mu\text{m}$ の光の出射端からは、波長 $1.3\mu\text{m}$ の光に対し、波長 $1.55\mu\text{m}$ の光が 1.2% 含まれていたが、フィルタを通過させた後の光には波長 $1.55\mu\text{m}$ の光は認められなかった。すなわち、推定値 50dB 以上の減衰を与えたものと考えられる。

「発明の効果」

本発明は、上述のように構成したことにより、次のような効果を奏する。

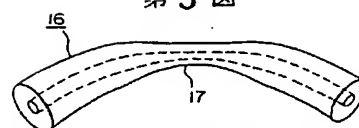
4. 図面の簡単な説明

第1図は請求項1記載の発明の一実施例を示すフィルタの斜視図、第2図は第1図のA-A線断面図、第3図は第1図のB-B線断面図、第4図は石英系ファイバのコア径とモードフィールド径の関係を示すグラフ、第5図は請求項2記載の発明の一実施例を示すフィルタの斜視図、第6図は請求項3記載の発明の一実施例を説明するための図であって、フィルタを構成するに好適な光ファイバの屈折率分布を示す図、第7図ないし第10図は第6図に示す光ファイバの他の例を示す図、第11図は第6図に示す光ファイバの波長損失特性を示すグラフ、第12図は第6図に示す光ファイバを用いて構成されたフィルタの波長と分離度の関係を示すグラフ、第13図は本発明によるフィルタの応用例を示すフィルタの斜視図、第14図は本発明によるフィルタを用いて構成した光ファイバ伝送路の構成図、第15図は従来の光ファイバ伝送路の例を示す構成図である。

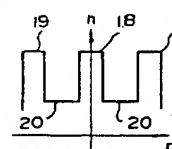
- 1...光ファイバ線路
 2 a, 2 b...光ファイバカバー
 1 1, 1 6, 2 2...光ファイバ形波長フィルタ
 1 2...延伸部
 1 7...曲げ部
 1 8...中心領域
 1 9...外周領域
 2 0...中間層
 2 3...透明樹脂。

出願人 藤倉電線株式会社

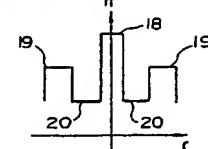
第5図



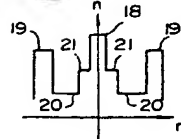
第6図



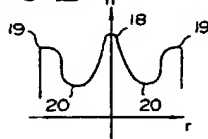
第7図



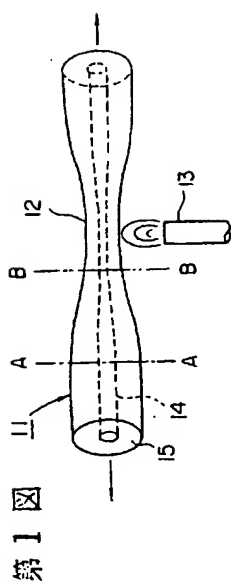
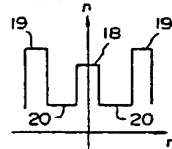
第8図



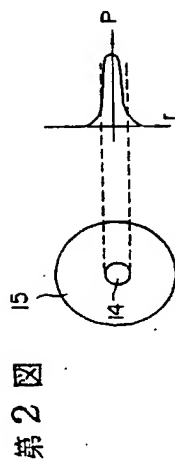
第9図



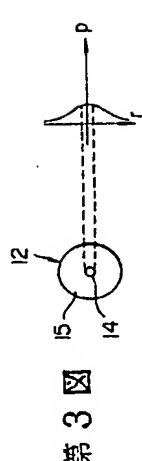
第10図



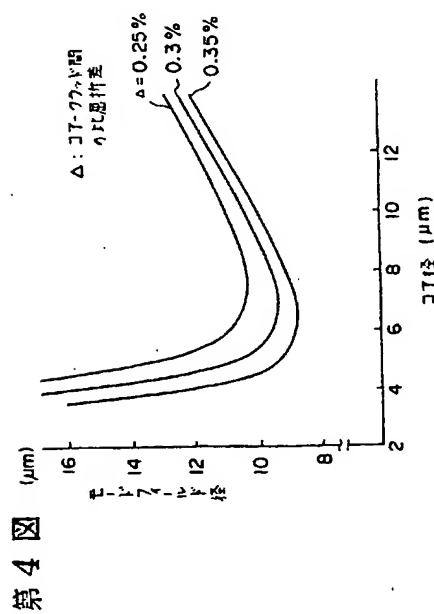
第1図



第2図

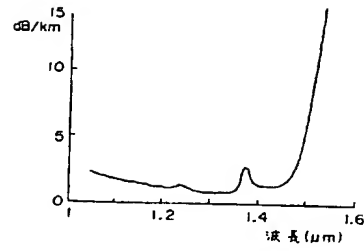


第3図

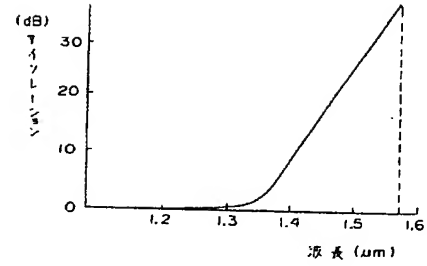


第4図

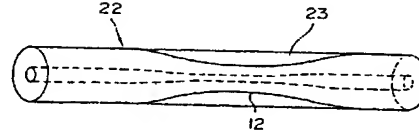
第11図



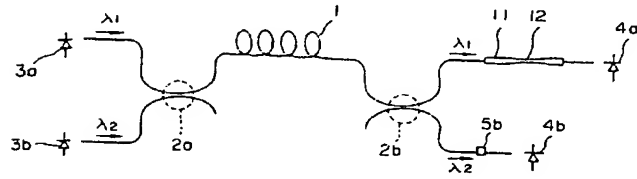
第12図



第13図



第14図



第15図

